

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Tae-hoe HA

Application No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: October 2, 2003

Examiner:

For: DISC CENTERING DEVICE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No(s). 2002-83345

Filed: December 24, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 10/2/03

By: 

Michael D. Stein
Registration No. 37,240

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0083345
Application Number PATENT-2002-0083345

출원년월일 : 2002년 12월 24일
Date of Application DEC 24, 2002

출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 01 월 13 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2002. 12. 24
【발명의 명칭】	디스크 센터링 디바이스
【발명의 영문명칭】	DISC CENTERING DEVICE
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	허성원
【대리인코드】	9-1998-000615-2
【포괄위임등록번호】	1999-013898-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	하태희
【성명의 영문표기】	HA, TAE HOE
【주민등록번호】	771210-1890818
【우편번호】	660-960
【주소】	경상남도 진주시 대평면 신일동 460-13
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 허성원 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	19 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	4 항 237,000 원
【합계】	266,000 원

【요약서】

【요약】

본 발명은 센터링(centering) 작업을 수행함으로써 순차적으로 적층된 복수의 디스크(disc)가 동일 중심을 가질 수 있도록 한 디스크 센터링 디바이스에 관한 것이다.

본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스는, 베이스 플레이트(20)와; 베이스 플레이트(20)에 설치되는 척(30)과; 척(20)에 착탈 가능하도록 결합되며, 복수의 디스크(12)가 적층되는 허브 유니트(40)와; 허브 유니트(40)의 외측에 슬라이딩 가능하도록 설치되며, 복수의 디스크(12) 외경을 가압하여 센터링하는 판 스프링(52)을 구비하는 복수의 디스크 푸셔(50)와; 복수의 디스크 푸셔(50)를 동시에 슬라이딩시키는 구동수단(60)과; 디스크 푸셔(50) 각각의 판 스프링(52)에 설치되어, 디스크 센터링시 판 스프링(52)의 복원력이 저하되지 않도록 판 스프링(52)을 고정하는 고정수단(54)을 포함한다. 이에 따라, 센터링을 계속해도 센터링값이 일정 범위(편차)안에 계속 유지될 뿐 아니라 디스크의 변형을 효율적으로 방지할 수 있다.

【대표도】

도 5

【색인어】

베이스 플레이트, 척, 허브 유니트, 디스크 푸셔, 디스크, 스페이서

【명세서】

【발명의 명칭】

디스크 센터링 디바이스 {DISC CENTERING DEVICE}

【도면의 간단한 설명】

- 도 1은 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 평면도이고,
 도 2는 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 정면도이고,
 도 3은 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 척과 허브 유니트의 분리상태도
 이고,
 도 4는 도 3의 결합상태도이고,
 도 5는 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 디스크 푸서에 설치된 판 스프링
 의 설치상태도이다.
 도 6은 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 센터링 작업에 따른 판 스프링의
 편차를 나타낸 테이블을 도시한 것이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

- | | |
|---------------|---------------|
| 12 : 디스크 | 14 : 스페이서 |
| 20 : 베이스 플레이트 | 30 : 척 |
| 30 : 척 | 32 : 제1에어공급포트 |
| 33 : 제2에어공급포트 | 34 : 척 본체 |
| 35 : 제1피스톤 | 36 : 제1피스톤스프링 |
| 37 : 클릿 | 40 : 허브 유니트 |

42 : 허브몸체	44 : 허브캡
45 : 제2피스톤	46 : 제2피스톤스프링
47 : 승강블	50 : 디스크 푸셔
52 : 판 스프링	53 : 고정블럭
54 : 고정수단	55 : 체결스크류
60 : 구동수단	62 : 모터
64 : 벨트폴리	66 : 링크

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<21> 본 발명은 디스크 센터링 디바이스(Disc Centering Device)에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 센터링(centering) 작업을 수행함으로써 순차적으로 적층된 복수의 디스크(disc)가 동일 중심을 가질 수 있도록 한 디스크 센터링 디바이스에 관한 것이다.

<22> 일반적으로, 하드디스크드라이브(Hard Disc Drive)(이하 "HDD"라 함)는 자성체를 입힌 원판형 알루미늄 기판(디스크)을 회전시키면서 자료를 저장하고 읽어 내도록 한 보조기억장치의 하나이다. HDD는 1~2장의 HDD를 완성 조립 후 데이터를 기록하는 방식이 주로 사용되어 왔으나, HDD가 고밀도·대용량화되면서 상기와 같은 방식으로는 시장요구에 부합하는 생산량을 감당하기에는 여러가지 문제점이 많았다. 그로 인해, 복수의 디스크를 적에 장착한 후 데이터를 기록하여 HDD를 완성 조립하는 방식으로 공정의 변화가 이루어지고 있다.

<23> 이와 같은 방식에서는 데이터 기록시 발생하는 회전진동을 방지하기 위하여 센터링 디바이스를 통해 복수의 디스크 중심이 일치되도록 하는 센터링 작업이 실시된다.

<24> 종래의 디스크 센터링 디바이스는 스핀들 모터에 장착되어 있는 복수의 디스크 외주면을 가압수단에 의해 가압함으로써 복수의 디스크 중심이 일치되도록 하는 구조를 지니고 있다. 이러한 디스크 센터링 디바이스는 본 출원인에 의해 기출원(출원번호:10-1996-0053058, 명칭:하드디스크드라이브의 디스크 균형을 맞추기 위한 조립방법 및 장치)된 바 있다.

<25> 그러나 상기와 같은 구조의 디스크 센터링 디바이스는 상대적으로 적은 수(2~장)의 디스크를 센터링하는 데에는 큰 문제가 없으나 10장 이상의 디스크를 센터링하기에는 가압부재를 비롯한 구성요소의 구조적 한계가 있었을 뿐 아니라 디스크의 위치정밀도를 확보하는 데에도 문제가 있었다. 또한, 복수의 디스크 고정시 사용자가 수동으로 직접 조작해야 하므로 공정의 효율성 및 신뢰성이 저하되었다.

<26> 본 출원인은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위한 디스크 척을 출원한 바 있으며, 이 선출원된 기술적 내용을 참고로 반영하도록 한다. 선출원된 디스크 척은 복수의 디스크를 척킹할 수 있을 뿐 아니라 센터링 작업을 동시에 수행할 수 있음으로써 기존의 문제점을 일부 개선할 수 있다.

<27> 그러나 디스크의 내부에서 센터링 하는 구조를 지니고 있어, 디스크에 데이터를 기록하는 동안 계속 척킹상태를 유지해야 하므로 디스크의 내역 및 그 부근에 부근을 줄 가능성이 있다. 또한, 디스크 척은 척킹과 센터링 작업을 동시에 수행함으로써 그 내부 구조가 복잡하여 유지보수가 어려울뿐 아니라 무게도 무거워져 회전시 발생하는 원심력이 그 만큼 커짐으로써 회전체의 진동문제를 해결하는 데에는 한계가 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <28> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 디스크의 균일한 위치정밀도를 확보함과 동시에 판 스프링의 복원력을 향상시킬 수 있는 디스크 센터링 디바이스를 제공하고자 하는 데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <29> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 베이스 플레이트와; 상기 베이스 플레이트에 설치되는 척과; 상기 척에 착탈 가능하도록 결합되며, 복수의 디스크가 적층되는 허브 유니트와; 상기 허브 유니트의 외측에 슬라이딩 가능하도록 설치되며, 복수의 디스크 외경을 가압하여 센터링하는 판 스프링을 구비하는 복수의 디스크 푸셔와; 상기 디스크 푸셔 각각의 판 스프링에 설치되어, 디스크 센터링 후 상기 판 스프링의 복원력이 저하되지 않도록 상기 판 스프링을 고정하는 고정수단과; 상기 복수의 디스크 푸셔를 동시에 슬라이딩시키는 구동수단을 포함한다.
- <30> 상기 고정수단은 상기 판 스프링의 일측부에 설치되며, 바람직하게는 상기 판 스프링의 좌·우측 중 어느 일측부에 설치되는 것이 효율적이다.
- <31> 상기 고정수단은 상기 판 스프링을 압착 지지하는 고정블럭과; 상기 고정블럭에 체결되어, 상기 판 스프링을 고정하는 체결스크류를 포함한다.
- <32> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하면 다음과 같다.
- <33> 도 1은 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 평면도이고, 도 2는 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 정면도이다.

- <34> 도면에 도시된 바와 같이, 베이스 플레이트(20)와; 베이스 플레이트(20)에 설치되는 척(30)과; 척(20)에 착탈 가능하도록 결합되며, 복수의 디스크(12)가 적층되는 허브 유니트(40)와; 허브 유니트(40)의 외측에 슬라이딩 가능하도록 설치되며, 복수의 디스크(12) 외경을 가압하여 센터링하는 판 스프링(52)을 구비하는 복수의 디스크 푸셔(50)와; 복수의 디스크 푸셔(50)를 동시에 슬라이딩시키는 구동수단(60)과; 디스크 푸셔(50) 각각의 판 스프링(52) 일측부에 설치되어, 디스크 센터링시 판 스프링(52)의 복원력이 저하되지 않도록 판 스프링(52)을 고정하는 고정블럭(70)을 포함하여 구성된다.
- <35> 척(30)은 허브 유니트(40)를 고정시키는 역할을 수행하며, 외측에는 제1,2에어공급 포트(32,33)가 형성되어 있다. 제1,2에어공급포트(32,33)는 내부로 공급되는 압축공기의 유무에 따라 허브 유니트(40)를 척(30)에 척킹시킬 수 있을 뿐 아니라 허브 유니트(40)에 적층된 복수의 디스크(12)를 압착 지지하는 역할을 수행한다.
- <36> 복수의 디스크(12) 사이에는 각각의 디스크(12)가 상호 이격된 상태로 적층되도록 스페이서(14)가 개재된다.
- <37> 허브 유니트(40)는 복수의 디스크(12) 및 스페이서(14)가 삽입 적층될 수 있도록 원통형 구조를 취하고 있으며, 그 크기는 적층되는 디스크(12)의 수에 따라 변형 가능하다.
- <38> 디스크 푸셔(50)는 허브 유니트(40)에 적층된 디스크(12)에 대하여 방사형으로 복수개 설치되며, 바람직하게는 120도 간격으로 3개 설치되는 것이 효율적이다. 디스크 푸셔(50)는 구동수단(60)에 의해 전·후 유동되는 리니어 가이드(56)상에 안착된다.

<39> 구동수단(60)은 모터(62)와; 모터(62) 및 복수의 디스크 푸셔(12) 각각에 연결되어 회전하는 벨트폴리(64)와; 벨트폴리(64)에 의해 직선운동하여 복수의 디스크 푸셔(12)를 동시에 전·후진시키는 링크(66)를 포함하여 구성된다. 구동수단(60)은 모터(62)에 의해 구동되어 전·후진하는 형태 외에 실린더형 액츄에이터를 비롯하여 디스크 푸셔(50)를 전·후진 가능하게 하는 여러 형태의 것을 다양하게 적용할 수 있다.

<40> 판 스프링(52)은 물체의 탄성변형을 이용하여 에너지를 흡수·축적시켜 완충 등의 작용을 하며, 여러 장을 겹쳐서 사용할 수도 있다.

<41> 도 3은 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 척과 허브 유니트의 분리상태도이고, 도 4는 도 3의 결합상태도이다.

<42> 도면에 도시된 바와 같이, 척(30)은 베이스 플레이트(20)에 설치되는 척 본체(34)와; 척 본체(34) 내부에 설치되어, 압축공기의 공급 유무에 따라 승강되는 제1피스톤(35)과; 제1피스톤(35)을 상부에서 가압하는 제1피스톤스프링(36)과; 제1피스톤(35)의 승강에 따라 허브 유니트(40)를 착탈하는 롤릿(37)을 포함하여 구성된다.

<43> 허브 유니트(40)는 척(30)에 착탈 가능하도록 결합되며, 복수의 디스크(12)가 적층되는 허브몸체(42)와; 허브몸체(42)의 상단에 승강 가능하도록 설치되어, 적층된 복수의 디스크(12)를 압착할 수 있는 허브캡(44)을 포함하여 구성된다. 허브몸체(42)의 내부에는 제2피스톤(45), 제2피스톤(45)을 상부에서 가압하는 제2피스톤스프링(46), 제2피스톤(45)의 승강에 따라 허브캡(44)을 착탈 가능하게 하는 승강볼(47)이 구비된다.

<44> 척(30)의 콜릿(37)은 제1에어공급포트(32)를 통해 내부공간(A)으로 공급되는 압축 공기에 의해 승강되며, 허브 유니트(40)의 허브캡(44)은 제2에어공급포트(33)를 통해 내부공간(B)로 공급되는 압축공기에 의해 승강된다.

<45> 이상에서 설명한 척과 허브의 결합 및 동작상태를 간단히 살펴보면 하기와 같다.

<46> 척(30)에 형성된 제1에어공급포트(32)를 통해 내부공간(A)으로 압축공기가 공급되면 제1피스톤(35)에 의해 콜릿(37)이 상승되면서 벌어진다. 이 때, 허브 유니트(40)의 허브몸체(42)를 콜릿(37)에 가결합한 후, 제1에어공급포트를 통해 공급되는 에어공급을 차단하게 되면 콜릿(37)이 제1스프링(36)에 의해 하강되면서 허브몸체(42)를 견고히 척킹하게 된다.

<47> 그리고 허브몸체(42)의 외주면상에 디스크(12) 및 스페이스(14)를 순차적으로 적층하는 과정이 완료되면, 제2에어공급포트(33)를 통해 내부공간(B)으로 압축공기가 공급되면서 허브몸체(42) 내부의 승강볼(47)이 제2피스톤(45)에 의해 상승되어 밖으로 벌어짐으로써 허브캡(44)을 조립할 수 있는 상태가 된다.

<48> 허브캡(44)을 조립한 후, 제2에어공급포트(33)를 차단하게 되면 제2스프링(46)에 의해 승강볼(45)이 하강하면서 허브캡(44)을 연동시킨다. 그로 인해, 허브캡(44)은 디스크(12)와 스페이스(14)를 압착·고정하게 된다.

<49> 도 5는 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 디스크 푸셔에 설치된 고정블럭의 설치상태도이고, 도 6은 본 발명에 따른 디스크 센터링 디바이스의 센터링 작업에 따른 판 스프링의 편차를 나타낸 테이블을 도시한 것이다.

<50> 도면에 도시된 바와 같이, 고정수단(54)은 판 스프링(52)의 일측부를 압착 지지하는 고정블럭(53)과; 고정블럭(53)에 체결되어, 판 스프링(52)을 고정하는 체결스크류(55)를 포함하여 구성된다.

<51> 고정블럭(70)은 판 스프링(52)이 각각의 디스크에 대해 동일한 흡수력을 가질 수 있도록 함과 동시에 센터링 작업을 반복 실시하더라도 판 스프링(52)의 변형이 원래 상태로 즉시 복구될 수 있도록 판 스프링(52)의 좌측 또는 우측 중 어느 일측부에 설치된다. 고정블럭(70)의 형태는 판 스프링(52)을 완전히 커버할 수 있는 장형의 바아 형태로 이루어지는 것이 바람직하다.

<52> 만약, 고정블럭(54)을 판 스프링(52)의 양측(좌·우측)부에 각각 설치하게 되면, 그 고정력에 의해 판 스프링(52)의 복원력이 저하된다. 그로 인해, 센터링 디바이스를 20회 이상 사용하면 30 μ m 이상 센터링값이 변하여 센터링 디바이스의 재셋팅이 불가피하다.

<53> 고정블럭(54)이 판 스프링(52)의 좌·우측 단부에 설치되는 이유는, 디스크(미도시)가 순차적으로 적층됨으로써 고정블럭(54)이 판 스프링의 상측 또는 하측 단부에 설치되면, 그 고정력에 의해 판 스프링(52) 상·하부의 디스크 흡수력이 달라져 센터링의 정밀도를 유지하기 힘들기 때문이다.

<54> 고정스크류(55)는 판 스프링(52)이 동일한 흡수력을 가질 수 있도록 체결되는 것이 바람직하다.

<55> 도 6은 판 스프링의 일측부만 고정되어 있는 상태에서 디스크 센터링 작업을 실시한 결과를 나타낸 테이블로서, 센터링값이 일정의 편차안에서 계속 유지되어 센터링 작

업을 효율적으로 실시할 수 있다. 200회 이상 실험을 진행 후에도 외형의 변화는 거의 없고, 편차만 10 μ m 정도 발생되었다.

<56> 이상에서 설명한 디스크 센터링 디바이스의 작동상태를 간단히 설명하면 하기와 같다.

<57> 베이스 플레이트(20)상에 척(30)을 설치한 후, 허브 유니트(40)의 허브몸체(42)를 척(30)의 내부에 구비된 콜릿(37)에 안착시킴과 동시에 제1에어공급포트(32)로 공급되던 에어가 차단됨으로써 콜릿(37)이 하강되어 허브몸체(42)를 척킹하게 된다. 한편, 초기에는 제1에어공급포트(32)로 에어가 공급되어 콜릿(37)이 상승되어 있는 상태를 유지한다.

<58> 그리고 허브몸체(42)에 스페이서(14)와 디스크(12)를 순차적으로 적층한 후, 허브 캡(44)을 허브몸체(42)의 상단에 조립함으로써 디스크 센터링 준비가 완료된다.

<59> 전원 공급에 의해 구동수단(60)이 작동됨에 따라 허브 유니트(40)와 이격된 상태를 유지하고 있던 복수의 디스크 푸셔(50)가 동시에 전진하면서 허브 유니트(40)에 적층된 복수의 디스크(12)를 센터링한다. 센터링이 완료되면 제2에어공급포트(33)로 공급되던 에어가 차단되어 허브캡(44)이 하강되면서 복수의 디스크 (12)및 스페이스(14)를 압착 클램핑한다. 한편, 초기에는 제2에어공급포트(33)로 에어가 공급되어 허브캡(44)의 상승되어 있는 상태를 유지한다.

<60> 클램핑 작업이 완료되면 디스크 푸셔(50)는 다시 후진을 하고, 제1에어공급포트 (32)로는 에어가 재공급되어 센터링이 완료된 허브 유니트(40)가 준비된다.

【발명의 효과】

<61> 이상에서 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 센터링의 정밀도를 높여 각 디스크 간 균일한 데이터 기록품질을 유지할 수 있으며, 구조가 간단하여 회전체의 진동문제를 최소화할 수 있다.

<62> 그리고 고정블럭이 가압부재의 일측부에 설치되어, 판 스프링에 힘이 가해지지 않을 때에는 복원력에 의해 원상태로 복구된다. 그로 인해, 센터링을 계속해도 센터링값이 일정 범위(편차)안에 계속 유지될 뿐 아니라 디스크의 변형을 효율적으로 방지할 수 있다.



【특허청구범위】

【청구항 1】

베이스 플레이트와;

상기 베이스 플레이트에 설치되는 척과;

상기 척에 착탈 가능하도록 결합되며, 복수의 디스크가 적층되는 허브 유니트와;

상기 허브 유니트의 외측에 슬라이딩 가능하도록 설치되며, 복수의 디스크 외경을 가압하여 센터링하는 판 스프링을 구비하는 복수의 디스크 푸셔와;

상기 디스크 푸셔 각각의 판 스프링에 설치되어, 디스크 센터링 후 상기 판 스프링의 복원력이 저하되지 않도록 상기 판 스프링을 고정하는 고정수단과;

상기 복수의 디스크 푸셔를 동시에 슬라이딩시키는 구동수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스크 센터링 디바이스.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 고정수단은 상기 판 스프링의 일측부에 설치되는 것을 특징으로 하는 디스크 센터링 디바이스.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 고정수단은 상기 판 스프링의 좌·우측 중 어느 일측부에 설치되는 것을 특징으로 하는 디스크 센터링 디바이스.

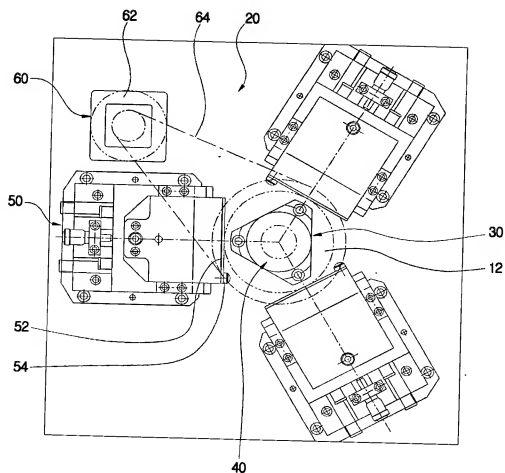
【청구항 4】

제1항에 있어서,

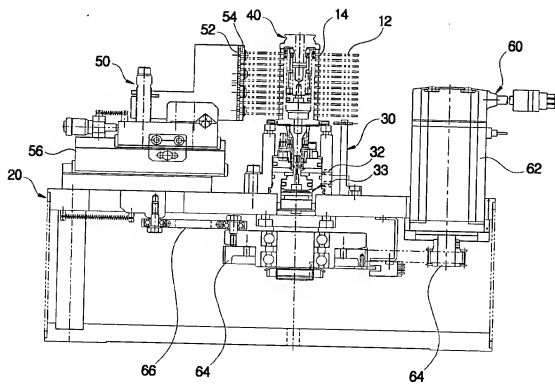
상기 고정수단은 상기 판 스프링의 일측 단부를 압착 지지하는 고정블럭과; 상기 고정블럭에 체결되어, 상기 판 스프링을 고정하는 체결스크류를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스크 센터링 디바이스.

【도면】

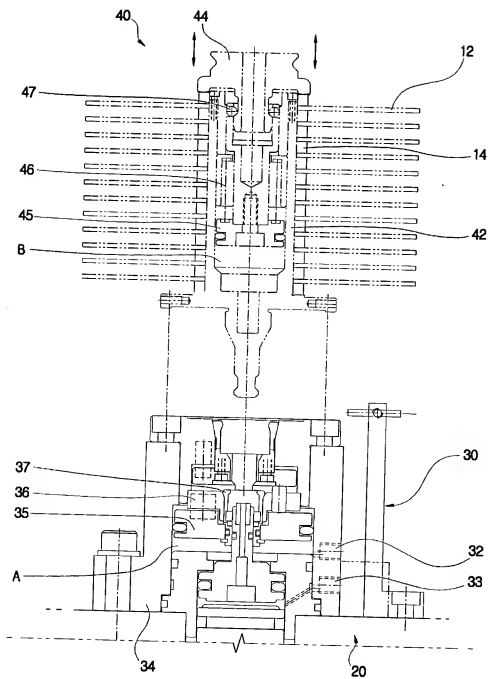
【도 1】



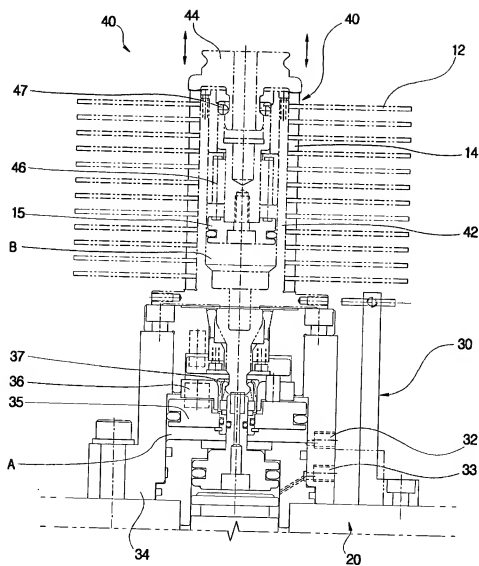
【도 2】



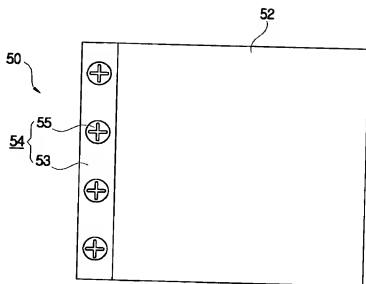
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

구 분	1 회	10 회	20 회	30 회	40 회	50 회	편 차
Disk1	7 μ m	13 μ m	7 μ m	15 μ m	11 μ m	11 μ m	$\pm 2 \mu$ m
Disk2	9 μ m	8 μ m	5 μ m	9 μ m	10 μ m	8 μ m	$\pm 1 \mu$ m
Disk3	11 μ m	5 μ m	7 μ m	6 μ m	6 μ m	8 μ m	$\pm 2 \mu$ m
Disk4	13 μ m	7 μ m	10 μ m	8 μ m	10 μ m	12 μ m	$\pm 2 \mu$ m
Disk5	10 μ m	3 μ m	10 μ m	5 μ m	8 μ m	13 μ m	$\pm 3 \mu$ m
Disk6	9 μ m	3 μ m	13 μ m	4 μ m	9 μ m	12 μ m	$\pm 3 \mu$ m
Disk7	5 μ m	2 μ m	15 μ m	2 μ m	7 μ m	9 μ m	$\pm 4 \mu$ m
Disk8	2 μ m	1 μ m	11 μ m	0 μ m	6 μ m	8 μ m	$\pm 4 \mu$ m
Disk9	2 μ m	6 μ m	17 μ m	1 μ m	8 μ m	12 μ m	$\pm 5 \mu$ m
Disk10	1 μ m	5 μ m	13 μ m	1 μ m	7 μ m	7 μ m	$\pm 3 \mu$ m
Disk11	2 μ m	11 μ m	11 μ m	15 μ m	3 μ m	7 μ m	$\pm 4 \mu$ m
Disk12	1 μ m	11 μ m	5 μ m	12 μ m	1 μ m	3 μ m	$\pm 4 \mu$ m